

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-317778

(43) 公開日 平成9年(1997)12月9日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 C 37/00			F 1 6 C 37/00	B
B 2 3 Q 11/12			B 2 3 Q 11/12	C
F 1 6 C 33/66			F 1 6 C 33/66	Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-161106

(22) 出願日 平成8年(1996)5月31日

(71) 出願人 000102692

エヌティエヌ株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72) 発明者 梅本 武彦

三重県桑名市大字安永6-1526

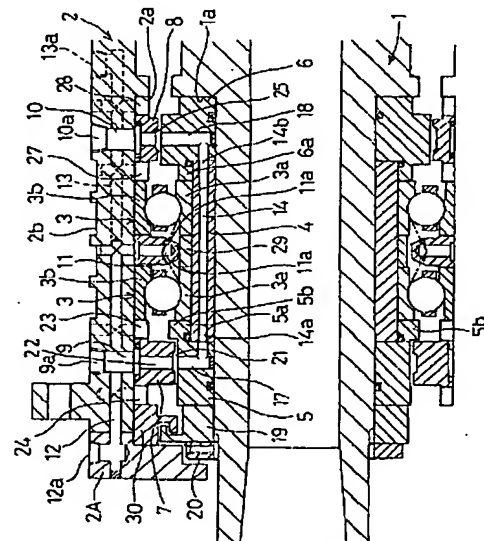
(74) 代理人 弁理士 野田 雅士 (外1名)

(54) 【発明の名称】 主軸軸受冷却装置

(57) 【要約】

【課題】 主軸軸受の初期剛性を向上させることができ、低速から高速までの剛性向上が図れ、かつ構成が簡単で、動力損失の問題も生じないものとする。

【解決手段】 主軸軸受3の内輪3aと主軸1との間に冷却用スリーブ4を設ける。この冷却用スリーブ4に冷却油の流路14を貫通させる。主軸軸受3を設置したハウジング2に、冷却用スリーブ4の流路14の入口へ冷却油を供給する冷却油供給路9と、流路14の出口から冷却油を回収する冷却油回収路10とを設ける。



1: 主軸
2: ハウジング
3: 主軸軸受
3a: 内輪
4: 冷却用スリーブ
5: 流路入口部材
6: 流路出口部材
7: 供給路部材
8: 回収路部材
9: 冷却油供給路
10: 冷却油回収路
11a: ノズル
12: 冷却油供給路
14: 流路

【特許請求の範囲】

【請求項1】 主軸軸受の内輪と主軸との間に冷却用スリーブを設け、この冷却用スリーブに冷却油の流路を一端から他端に貫通させて設け、前記主軸軸受を設置したハウジングに、前記冷却用スリーブの流路の入口へ冷却油を供給する冷却油供給路と、前記流路の出口から冷却油を回収する冷却油回収路とを設けた主軸軸受冷却装置。

【請求項2】 前記冷却用スリーブの流路が、内径面に形成された螺旋溝である請求項1記載の主軸軸受冷却装置。

【請求項3】 前記主軸の外周に、前記冷却用スリーブの入口に一端が連通して他端が外径面に開口した導入路を有する流路入口部材を設け、この流路入口部材の外径面に内径面が近接する供給路部材を前記ハウジングに設け、前記供給路部材の内径面に前記流路入口部材の導入路の入口部に対面する環状溝を設け、この環状溝の溝底に前記ハウジングの冷却油供給路を開口させた請求項1または請求項2記載の主軸軸受冷却装置。

【請求項4】 前記主軸の外周に、前記冷却用スリーブの出口に一端が連通して他端が外径面に開口した導出路を有する流路出口部材を設け、この流路出口部材の外径面に内径面が近接する回収路部材を前記ハウジングに設け、前記回収路部材の内径面に前記流路出口部材の導出路の出口部に対面する環状溝を設け、この環状溝の溝底に前記ハウジングの冷却油回収路を開口させた請求項1または請求項2または請求項3記載の主軸軸受冷却装置。

【請求項5】 前記回収路部材の内径面における前記主軸軸受側の端部に、前記流路出口部材の側面に近接してラビリンスシールを構成する環状突壁を設けた請求項4記載の主軸軸受冷却装置。

【請求項6】 前記ハウジングに、前記主軸軸受に潤滑油を噴出するノズル、およびこのノズルに潤滑油を供給する潤滑油供給路を設けた請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の主軸軸受冷却装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、研削盤や、マシンングセンタ、旋盤等の工作機械における主軸に応用される主軸軸受冷却装置に関する。

【0002】

【従来の技術】工作機械の主軸スピンドルは、近年高速化が進み、主軸軸受の $d \cdot n$ 値（ d ：軸受内径寸法、 n ：回転数）が $60 \times 10^4 \sim 150 \times 10^4$ 程度に達している。このような主軸スピンドルの高速化は、軸受の内部発熱による予圧の上昇と、焼き付き等の問題を伴う。このような問題の解消のため、次の三つの対策が採用されている。

①主軸軸受の初期剛性を小さくする（初期予圧を低くす

る）。

②ジェット潤滑を採用する。

③スピンドルハウジングの外径面を冷却油で冷却する。

【0003】図13に示す従来例で前記の対策を説明すると、前記③の方法は、スピンドルハウジング101の外径面にねじ溝状の溝部を102を形成し、その外側に冷却ジャケット103を形成して冷却油を流す方法である。すなわち、主軸スピンドル装置の全体を冷却し、発熱による主軸100の全体の精度劣化を防ぐことを目的とする。前記①の方法は、主軸軸受104につき、最高回転数の発熱を予想して軸受隙間を大き目に設定する方法である。軸受104内の温度分布は、（転動体）>

（内輪）>（外輪）の順に温度が高く、外輪よりも内輪の方が温度が高いため、運転に伴って内部隙間が小さくなり、予圧量が上昇する。このため、初期予圧を低くすることが必要となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記①のように、最高回転数を予想して軸受隙間を大き目に設定する方法では、低速回転で使用した場合に、発熱が小さく、軸受隙間が小さくならないで、予圧量が増加せず、主軸100の支持剛性が不足する。特に、③の冷却方法のように、冷却ジャケット103をハウジング101の外周に設けた場合、軸受104の外輪側を冷却するため、高速運転時の内外輪間温度差はさらに大きくなる。その時に過大予圧とならない様にするために初期予圧を小さくする必要が生じ、低速回転時の剛性不足の問題が大きくなる。工作機械では、加工の仕上がり等の面から、低速回転で使用することが必要な場合も多くあり、この場合の加工精度の向上が難しい。前記②のジェット潤滑は、軸受の側面に設けたノズル等から潤滑油を噴出させて軸受内の冷却と潤滑を兼ねる方法であるが、構造が複雑であるため、それ程採用されておらず、また大量の潤滑油を軸受に吹き付ける方法であるため、軸受の回転に抵抗が生じ、主軸の動力損失が生じるという課題がある。ジェット潤滑の一種として、内輪の軌道面に設けたノズルから潤滑油を吐出する方法（アンダーレース潤滑）があり、これによれば内輪の冷却も兼ねられるが、これも構造が複雑であり、動力損失の問題があり、また内輪の軌道面にノズルが設けられることから、転動寿命の面でも好ましくない。

【0005】この発明は、これらの課題を解消するものであり、主軸軸受の初期剛性を向上させることができ、低速から高速までの剛性向上が図れ、かつ構成が簡単で、動力損失の問題も生じない主軸軸受冷却装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記課題を解消するため、主軸軸受の内輪と主軸との間に冷却用スリーブを設け、この冷却用スリーブに冷却油の流路を一

端から他端に貫通させて設けたものである。主軸軸受を設置したハウジングには、前記冷却用スリーブの流路の入口へ冷却油を供給する冷却油供給路と、前記流路の出口から冷却油を回収する冷却油回収路とを設ける。この構成によると、主軸に軸受内輪を冷却する冷却用スリーブを設けたため、次の各作用が得られる。

①運転時に最も温度が高くなる内輪より熱を奪うため、内外輪間の温度差が少なくなる。このため、高速回転時に予圧過剰とならないように初期予圧を設定しても、初期予圧が低くなり過ぎず、主軸軸受の初期剛性を高くと

れる。したがって、低速から高速まで主軸の支持剛性が確保される。

②冷却用スリーブに冷却油を流すだけであるため、ジェット潤滑のような軸受の回転の抵抗とならずに冷却が行える。

③軸受自体には冷却油用のノズル等を加工することが不要であり、構造が簡単である。

④最も高温となる内輪より熱を奪うため、熱による潤滑油の劣化が防がれる。

⑤温度の高くなり易い内輪より熱を奪うため、精度劣化が防げる。

⑥主軸が冷却されるため、主軸の軸方向の熱膨張が抑制され、主軸による加工精度が向上する。

【0007】冷却用スリーブの流路は、貫通孔であっても良く、また内径面に形成された螺旋溝であっても良い。螺旋溝とした場合、冷却用スリーブ内に流路を長く形成することができ、少ない冷却油量で効率良く冷却できる。

【0008】上記構成において、前記主軸の外周に、前記冷却用スリーブの入口に一端が連通して他端が外径面に開口した導入路を有する流路入口部材を設け、この流路入口部材の外径面に内径面が近接する供給路部材を前記ハウジングに設けても良い。供給路部材には内径面に前記流路入口部材の導入路の入口部に対面する環状溝を設け、その溝底にハウジングの冷却油供給路を開口させる。このように、径方向に近接する流路入口部材と供給路部材とを介して冷却油を供給することにより、ハウジングから回転する主軸の冷却用スリーブへの潤滑油の供給が簡単な構成で行える。また、環状溝を介して供給するため、回転位相にかかわらず連続して円滑に冷却油が供給される。また、前記主軸の外周に、前記冷却用スリーブの出口に一端が連通して他端が外径面に開口した導出路を有する流路出口部材を設け、この流路出口部材の外径面に内径面が近接する回収路部材を前記ハウジングに設けても良い。回収路部材には、内径面に前記流路出口部材の導出路の出口部に対面する環状溝を設け、溝底に前記ハウジングの冷却油回収路を開口させる。これにより、回転する冷却用スリーブから固定のハウジングへの冷却油の回収が簡単な構成で行える。

【0009】また、上記構成において、前記回収路部材

の内径面における主軸軸受側の端部に、前記流路出口部材の側面に近接してラビリンスシールを構成する環状突壁を設けても良い。前記ラビリンスシールにより、軸受に対するシール効果も得られ、軸受の密封性が増す。また、上記構成において、前記ハウジングに、主軸軸受に潤滑油を噴出するノズル、およびこのノズルに潤滑油を供給する潤滑油供給路を設けても良い。

【0010】

【発明の実施の形態】この発明の一実施形態を図1ないし図7と共に説明する。この例は、研削盤等の工作機械におけるスピンドル装置に適用したものであり、主軸1は、ハウジング2に複列の主軸軸受3を介して支持されている。この主軸軸受冷却装置は、両列の主軸軸受3、3にわたり、内輪3aと主軸1との間に介在させた冷却用スリーブ4と、その両側に設けた流路入口部材5および流路出口部材6と、これら流路入口部材5および流路出口部材6に対応してハウジング1の内径面に配置した供給路部材7および回収路部材8との5つの部品で主に構成される。供給路部材7および回収路部材8に各々連通してハウジング2内に冷却油供給路9と冷却油回収路10とが設けられる。両列の主軸軸受3、3の間にはエアオイル潤滑用のノズル付き外輪間座11が配置される。ハウジング1内にはこのノズル付き外輪間座11に連通する潤滑油供給路12と、主軸軸受3、3の並びの両側から潤滑油や冷却油を回収する油回収路13とが形成してある。

【0011】冷却用スリーブ4は、図5(A)、(B)に示すように、軸方向に直線状に貫通する丸孔状の流路14を、周方向複数箇所に設けたものである。冷却用スリーブ4の両端面には円周溝15、16を設け、この円周溝15、16に流路14を開口させてある。流路14は、図5(C)のように入口14aから出口14b側へ向かって外径側へ近づく勾配を有するものとしても良い。これにより、遠心力によって油の流れが良くなる。また、丸孔からなる流路14の内径面は、ねじ溝等の螺旋溝を設けると、表面積が大きくなり、熱の発散効率が良くなる。

【0012】図1における流路入口部材5は、冷却用スリーブ4の流路14の入口14aに一端が連通して他端が外径面に開口したL形の導入路17を周方向複数箇所に設けたものである(図4)。流路入口部材5の冷却用スリーブ側端の外周部には、冷却用スリーブ4の外径面に嵌合して主軸軸受3の内輪3aの幅面に接する環状位置決め片5aが設けてある。流路入口部材5の内径面、および環状位置決め片5aの内径面の基端には、環状のシール嵌合溝を形成し、Oリング等のシール部材を内部に設けて主軸1および冷却用スリーブ4の外径面との間を密封している。環状位置決め片5aの外周には、供給路部材7の側面に近接してラビリンスシールを構成する環状の突条5bが形成してある。

【0013】流路出口部材6は、流路入口部材5と同様な構成であり、冷却用スリーブ4の流路14の出口14bに一端が連通して他端が外径面に開口したL形の導出路18を周方向複数箇所にて設けてある(図6)。流路出口部材6の冷却用スリーブ側端の外周部には、冷却用スリーブ4の外径面に嵌合して主軸軸受3の内輪3aの幅面に接する環状位置決め片6aが設けてある。流路出口部材6の内径面、および環状位置決め片6aの内径面の基端には、環状のシール嵌合溝を形成し、Oリング等のシール部材を内部に設けて主軸1および冷却用スリーブ4の外径面との間を密封している。

【0014】流路出口部材6、冷却用スリーブ4、および流路入口部材5は、段付軸状に形成された主軸1の段部1aよりも先端側の部分にこの順に外嵌させ、先端のラビリンスシール用のシールリング19と共に、主軸1の雄ねじ部に螺着されたナット部材20により、前記段部1aとの間で締め付けて主軸1に取付けてある。両列の主軸軸受3、3の内輪3a、3aは、両者の間に介在させた内輪間座29と共に、流路入口部材5と流路出口部材6の環状位置決め片5a、6a間に挟み込まれる。

【0015】供給路部材7は、流路入口部材5の外径面に微小な隙間(例えば数10〜数100ミクロン程度)を介して内径面が近接するものであり、図3に示すように、内径面に環状溝21が形成されている。環状溝21は、流路入口部材5の導出路17の入口部に対面するように形成され、溝底にハウジング2の冷却油供給路9と連通する貫通孔22が開口している。貫通孔22の供給路部材外径面の開口周囲には、座繰り部を形成してOリング等の環状のシール材が設けられており、ハウジング2の内径面との間が密封される。供給路部材7は、外径部が両側へ鰐状に広がった断面形状とされ、その両側の鰐状部分の周方向一箇所または複数箇所に、油排出用の切欠口23、24が形成されている。

【0016】回収路部材8は、供給路部材7と同様に、流路出口部材6の外径面に微小な隙間を介して内径面が近接するものであり、図7に示すように、内径面に環状溝25が形成されている。環状溝25は、流路出口部材6の導出路18の出口部に対面するように形成され、溝底にハウジング2の冷却油回収路10と連通する貫通孔26が開口している。貫通孔26の回収路部材外径面の開口周囲には、座繰り部を形成してOリング等の環状のシール材が設けられ、ハウジング1の内径面との間が密封される。回収路部材8は、外径部が両側へ鰐状に広がった断面形状とされ、その両側の鰐状部分の周方向一箇所または複数箇所に、油排出用の切欠口27、28が形成されている。

【0017】供給路部材7および回収路部材8は、両列の軸受3、3における外輪3b、3bの並びの外側に隣接して配置され、これら軸受外輪3b、3bおよび前記ノズル付き外輪間座11と共に、ハウジング1の内径面

の段部2aと、ハウジング2の先端のハウジング蓋2Aとの間に締め付け状態に取付けられる。供給路部材7とハウジング蓋2Aとの間にはラビリンスシール用のシールリング30を介在させる。

【0018】両列の主軸軸受3は、アンギュラ玉軸受からなり、接触角の傾き方向が互いに対向するように配置される。ノズル付き外輪間座11には、両側的主軸軸受3における内輪3aの軌道面に潤滑油を各々噴出するノズル11aが両面の周方向複数箇所にて設けられている。

【0019】ハウジング2内に設けられた前記潤滑油供給路12は、軸方向孔の一端に連通して潤滑油入口12aをハウジング外径面に開口させ、前記軸方向孔の他端から径方向孔を介してノズル付き外輪間座11内に連通させたものである。潤滑油入口12aには、潤滑油を搬送空気と共に送り込む潤滑油供給装置(図示せず)が配管で接続される。ハウジング2内の油回収路13は、軸方向孔の一端に連通して油回収口13aをハウジング外径面に開口させ、供給路部材7および回収路部材8の各切欠口23、24、27、28と各々対応してハウジング内径面に開口する複数の径方向孔を前記軸方向孔から分岐させたものである。冷却油供給路9および冷却油回収路10はいずれもハウジング2に設けた径方向孔からなり、外径面に冷却油入口9aおよび冷却油出口10aが各々開口している。ハウジング2の外径面には、ねじ溝状の溝部2bが形成され、その外周に冷却ジャケット(図示せず)が設けられる。

【0020】上記構成の作用を説明する。ハウジング2の冷却油入口9aから供給された冷却油は、図2(A)に矢印で示すように、冷却油供給路9を介して供給路部材7の環状溝21に流れ、微小隙間を介して対向する流路入口部材5に流入する。流入した冷却油は、冷却用スリーブ4の流路14を通して流路出口部材6から、回収路部材8に回収され、冷却油出口10aから排出される。この間、冷却用スリーブ4内を流れるときに、主軸軸受3の内輪3aを冷却する。内輪3aの熱を奪った冷却油は、ハウジング2の冷却油回収口10aから排出されてオイルクーラ(図示せず)によって冷却された後、再び冷却油入口9aから供給される。高速回転する主軸1に前記のように冷却油を供給するときに、供給路部材7と流路入口部材5との間、および流路出口部材6と回収路部材8との間には僅かではあるが隙間があるため、この隙間から冷却油が漏れる。漏れた冷却油は、図2

(B)に矢印で示すように、供給路部材7および回収路部材8に設けられた切欠口23、24、27、28からを通りハウジング2外に回収される。潤滑油は、搬送空気と共に潤滑油入口12aからハウジング2内に供給され、ノズル付き外輪間座11のノズル11aから両側的主軸軸受3の内輪3aに噴出して供給される。この軸受3に供給された潤滑油は、軸受両側の供給路部材7および回収路部材8の切欠口23、27から冷却油と共に回

収される。

【0021】このように、主軸軸受3の内輪3aを冷却するため、内外輪間の温度差が少なくなる。このため、高速回転時に予圧過剰とならないように初期予圧を設定しても、初期予圧が低くなり過ぎず、主軸軸受3の初期剛性を大きくとれる。したがって、低速から高速まで主軸1の支持剛性が確保される。主軸軸受3の潤滑は、グリース潤滑と油潤滑等のいずれでも可能であるが、主軸1の動力損失を考慮すると、この例のようにエアオイル潤滑とするか、あるいはオイルミスト潤滑とすることが好ましい。

【0022】冷却用スリーブ4の流路14は、上記実施形態では軸方向の貫通孔としたが、図8～図11に示した例のように、冷却用スリーブ4の内径面に形成した螺旋溝であっても良い。溝断面は、同図の例のような角溝状としても、V溝状等としても良い。流路入口部材5および流路出口部材6は、この例では内径面を段付き面に形成し、その大径部5c、6cに螺旋溝からなる流路14の両端を開口させてある。このように、流路14を螺旋溝とすることで、冷却用スリーブ4内に流路14を長く形成することができ、少ない冷却油量で効率良く冷却できる。図8の例における他の構成、効果は図1の例と同じである。

【0023】また、図12に示すように、回収路部材8の内径面における主軸軸受側の端部に、流路出口部材6の側面に近接してラビリンスシールを構成する環状突壁8bを設けも良い。この例では、流路出口部材6の側面外周部に環状凹部6bを形成し、この環状凹部6bに前記環状突壁8bを遊嵌させている。このようにラビリンスシールを構成することより、この主軸軸受冷却装置が主軸軸受3のさらなるシールと兼ね、密封性が増す。この例におけるその他の構成、効果は図1の例と同じである。

【0024】

【発明の効果】この発明の主軸軸受冷却装置は、主軸軸受の内輪と主軸との間に冷却用スリーブを設け、この冷却用スリーブに冷却油の流路を設けたため、主軸軸受の初期剛性を向上させることができて、低速から高速までの剛性向上が図れ、しかも構成が簡単で、動力損失の問題も生じないという効果が得られる。冷却用スリーブの流路をねじ溝状とした場合は、流路を長くして少ない冷却油で効果的な冷却が行える。主軸とハウジングとの間に、互いに径方向に近接する流路入口部材および供給路部材と、流路出口部材および回収路部材とを設けた場合は、簡単な構成で固定のハウジングと回転する冷却用スリーブとの間の冷却油の供給や回収が行える。前記流路出口部材と回収路部材との間にラビリンスシールを構成

する環状突壁を設けた場合は、冷却済みの冷却油が軸受に流れることが防止されると共に、軸受に対するシール効果も向上する。また、この主軸軸受冷却装置は、主軸軸受に潤滑油噴出ノズルから噴出させる構成と組み合わせて使用した場合に、効果的な冷却および潤滑が行われる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態にかかる主軸軸受冷却装置の断面図である。

【図2】その油流経路の説明図である。

【図3】(A)、(B)は各々同主軸軸受冷却装置の供給路部材の断面図および正面図である。

【図4】(A)、(B)は各々同じく流路入口部材の断面図および正面図である。

【図5】(A)～(C)は、各々同じく冷却用スリーブの正面図および断面図と、冷却用スリーブの変形例の部分断面である。

【図6】(A)、(B)は各々その流路出口部材の正面図および断面図である。

【図7】(A)、(B)は各々その回収路部材の断面図および正面図である。

【図8】この発明の他の実施形態にかかる主軸軸受冷却装置の断面図である。

【図9】その冷却用スリーブの正面図および断面図である。

【図10】その流路入口部材の正面図および断面図である。

【図11】その流路出口部材の正面図および断面図である。

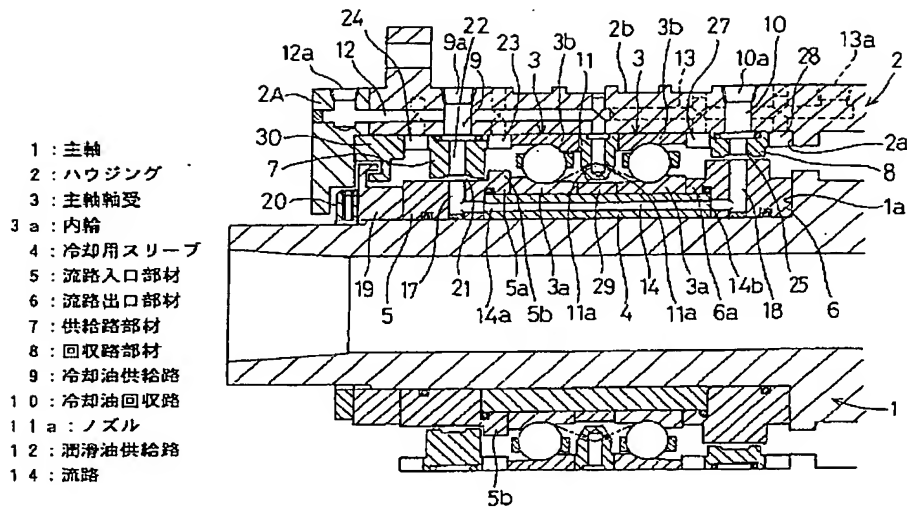
【図12】この発明のさらに他の実施形態にかかる主軸軸受冷却装置の断面図である。

【図13】従来例の断面図である。

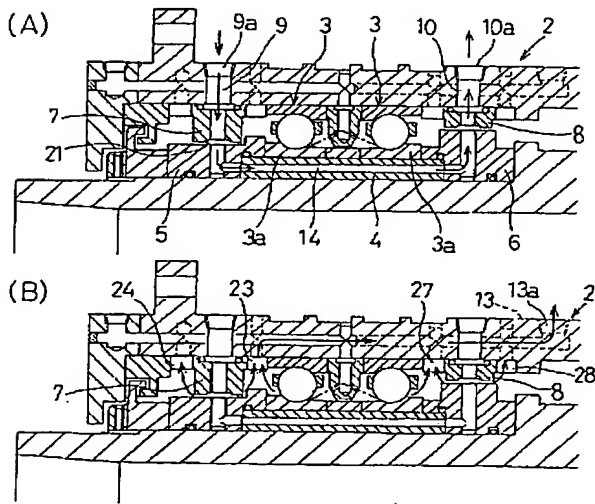
【符号の説明】

- 1…主軸
- 2…ハウジング
- 3…主軸軸受
- 3a…内輪
- 4…冷却用スリーブ
- 5…流路入口部材
- 6…流路出口部材
- 7…供給路部材
- 8…回収路部材
- 9…冷却油供給路
- 10…冷却油回収路
- 11a…ノズル
- 12…潤滑油供給路
- 14…流路

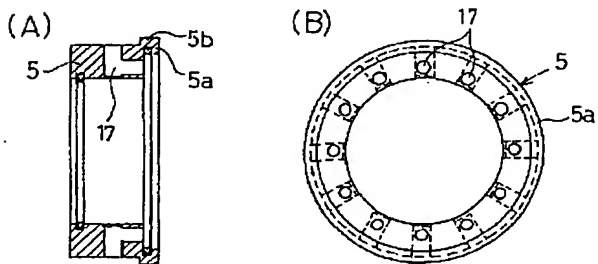
【図 1】



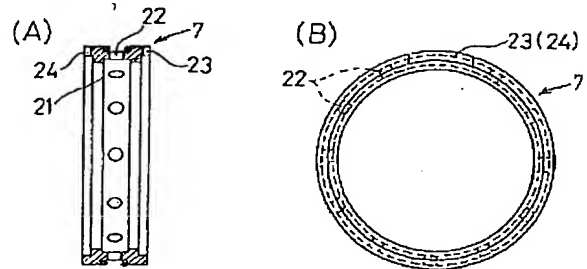
【図 2】



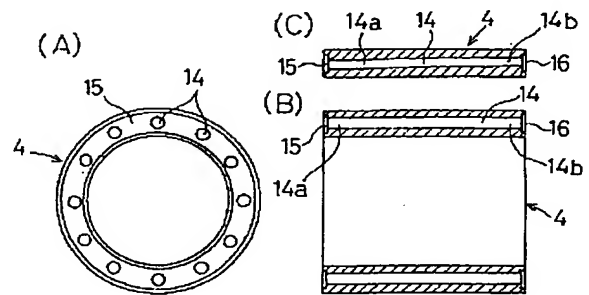
【図 4】



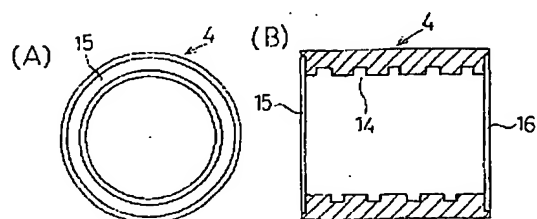
【図 3】



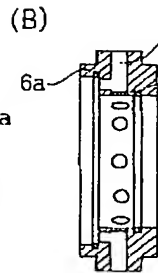
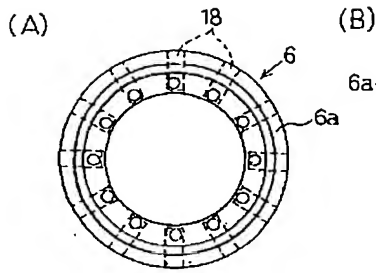
【図 5】



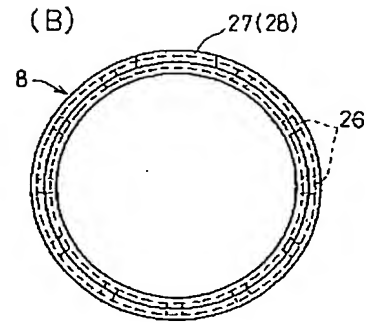
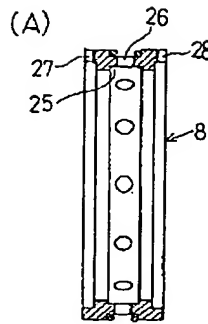
【図 9】



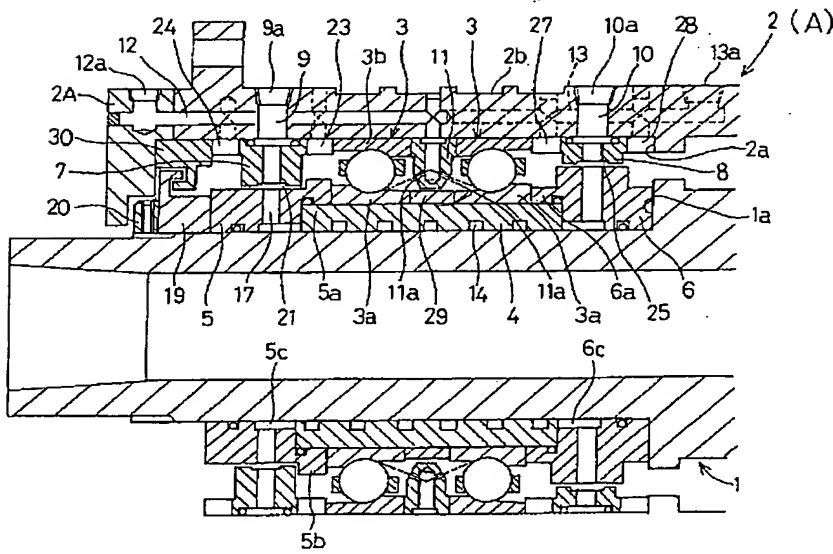
【図 6】



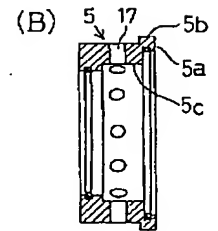
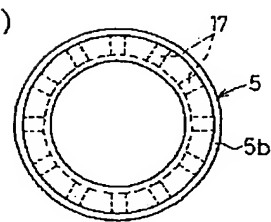
【図 7】



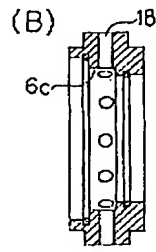
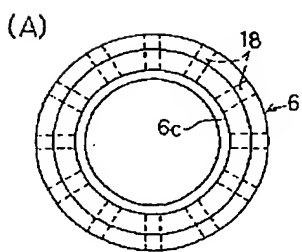
【図 8】



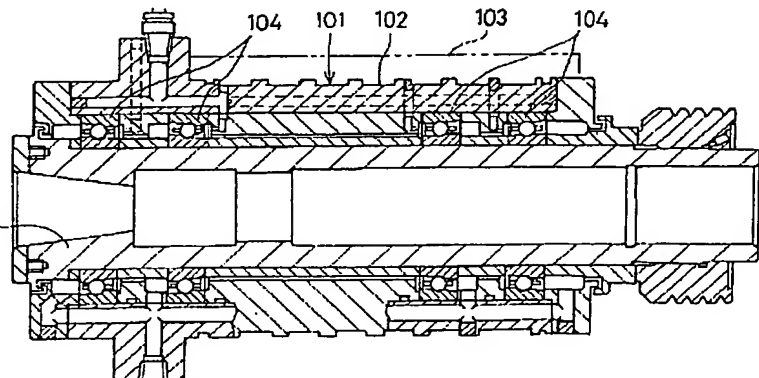
【図 10】



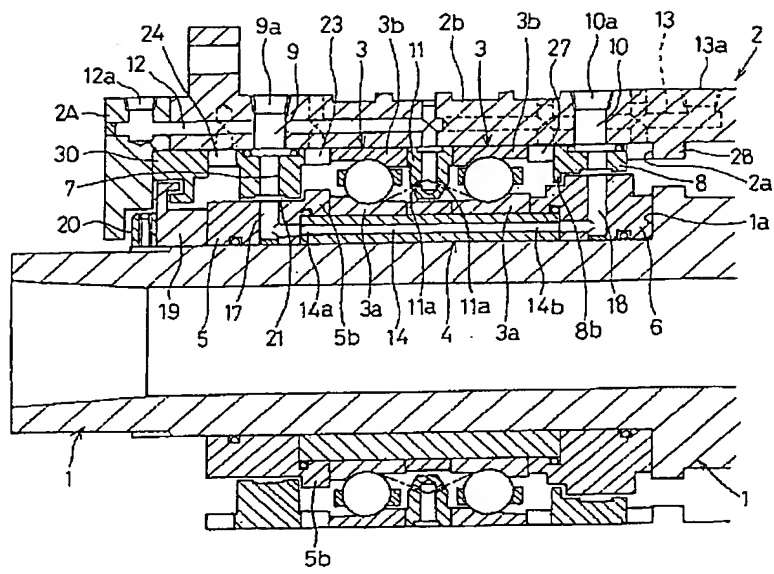
【図 11】



【図 13】



【図 1 2】



【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 5 部門第 2 区分

【発行日】平成 15 年 5 月 8 日 (2003. 5. 8)

【公開番号】特開平 9-317778

【公開日】平成 9 年 12 月 9 日 (1997. 12. 9)

【年通号数】公開特許公報 9-3178

【出願番号】特願平 8-161106

【国際特許分類第 7 版】

F16C 37/00

B23Q 11/12

F16C 33/66

【F I】

F16C 37/00 B

B23Q 11/12 C

F16C 33/66 Z

【手続補正書】

【提出日】平成 15 年 1 月 20 日 (2003. 1. 20)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】

【発明の実施の形態】この発明の一実施形態を図 1 ないし図 7 と共に説明する。この例は、研削盤等の工作機械におけるスピンドル装置に適用したものであり、主軸 1 は、ハウジング 2 に複列の主軸軸受 3 を介して支持されている。この主軸軸受冷却装置は、両列の主軸軸受 3、

3 にわたり、内輪 3a と主軸 1 との間に介在させた冷却用スリーブ 4 と、その両側に設けた流路入口部材 5 および流路出口部材 6 と、これら流路入口部材 5 および流路出口部材 6 に対応してハウジング 2 の内径面に配置した供給路部材 7 および回収路部材 8 との 5 つの部品で主に構成される。供給路部材 7 および回収路部材 8 に各々連通してハウジング 2 内に冷却油供給路 9 と冷却油回収路 10 とが設けられる。両列の主軸軸受 3、3 の間にはエアオイル潤滑用のノズル付き外輪間座 11 が配置される。ハウジング 2 内にはこのノズル付き外輪間座 11 に連通する潤滑油供給路 12 と、主軸軸受 3、3 の並びの両側から潤滑油や冷却油を回収する油回収路 13 とが形成してある。